

Нахождение минимума функции с помощью генетического алгоритма в программной среде SciLab

Усатый Филипп Сергеевич

*Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема
студент*

Баженов Руслан Иванович

*Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема
к.п.н., доцент, зав. кафедрой информационных систем, математика и
методик обучения*

Аннотация

В статье рассматривается нахождение минимума функции. Применяется функция `optim_ga`, реализующая генетический алгоритм. Проведено сравнение результатов генетического алгоритма и аналитического метода.

Ключевые слова: аналитический метод, генетические алгоритмы, SciLab, минимум функции.

Finding the minimum of function using genetic algorithm in the software environment SciLab

Usatyj Philip Sergeevich

*Sholom Aleichem Priamursky State University
student*

Bazhenov Ruslan Ivanovich

*Sholom-Aleichem Priamursky State University
Candidate of pedagogical sciences, associate professor, Head of the Department
of Information Systems, Mathematics and teaching methods*

Abstract

The article deals with finding the minimum of functions. Apply the function `optim_ga` that implements the genetic algorithm. The comparison of the results of the genetic algorithm and the analytical method.

Keywords: analytical method, genetic algorithms, SciLab, minimum functions.

Генетический алгоритм относится к классу эвристических алгоритмов и является достаточно молодым и весьма перспективным направлением в области оптимизации и моделирования. В отечественной литературе этот метод недостаточно освещается, наблюдается недостаток информации и сведений о его функционировании в контексте задач. Для написания данной статьи была проведена работа с современной зарубежной литературой, что

позволило представить новые сведения о механизме работы данного алгоритма [11].

Цель данного исследования заключается в решении задачи, используя аналитический метод и генетический алгоритм в программной среде SciLab. Описание задачи: «Молодой предприниматель Михайлов Юрий в свете экономического кризиса решил выкупить нерентабельное провинциальное перерабатывающее предприятие и пригласил экономиста Гульдерова Германа помочь с расчетами по оптимизации расходов. Одна из задач, поставленных перед Германом была следующая: найти, при каких условиях расход жести на изготовление консервных банок цилиндрической формы заданной емкости будет наименьшим» [12]. В данной задаче требуется найти, при каких условиях расход жести на изготовление консервных банок цилиндрической формы заданной емкости будет наименьшим.

В статье С.Н.Ефимова используется автоматический выбор операторов в генетическом алгоритме [1]. В.Н.Давиденко в генетических алгоритмах канальной трассировки применяет операции мутации [2]. Рассматривая статью Н.В.Слепцова можно увидеть проблемы выбора способа представления в генетических алгоритмах [3]. В статье М.А.Владимирова описывается применение генетических алгоритмов для автоматической генерации тестов [4]. С.С.Волкова и Е. С. Семенкин рассматривают варианты адаптивной мутации в генетическом алгоритме [5]. В статье К.А. Степанова представлена классификация операторов скрещивания в генетических алгоритмах [6]. Д.А.Карташов и др. проанализировали влияние величины диапазона поиска решений на эффективность работы генетического алгоритма при расшифровке рентгеновских рефлектограмм [7]. В статье L.L.de Oliveira, A.A.Freitas, R.Tinós используется генетический алгоритм оптимизации для поиска наилучших гипотетических кодов [8]. S.D.Dao, K.Abhary, R.Marian проводят библиометрический анализ генетических алгоритмов на протяжении всей истории [9]. В статье В.К. Patle, D.R.K. Parhi, A.Jagadeesh, S.K.Kashyap представлен новый вариант генетического алгоритма с использованием двоичных кодов через матрицу для мобильной навигации робота в статической и динамической среде [10]. В данном исследовании мы решим задачу, в которой требуется найти, при каких условиях расход жести на изготовление консервных банок цилиндрической формы заданной емкости будет наименьшим. Решением этой задачи будет использован генетический алгоритм, интегрированный в программе SciLab.

Составление модели облегчается тем, что известна форма банки и оговорено, что она должна быть заданной емкости. Это существенно для составления модели. Существенным является также требование, чтобы расход жести на изготовление банки был минимальным. Это требование означает, что площадь полной поверхности банки, имеющей форму цилиндра, должна быть наименьшей; существенны и размеры банки. Несущественны для составления математической модели конкретное (численное) значение емкости банки и вид консервов (мясных, овощных), для которых банка предназначена.

Генетический алгоритм будет генерировать емкость банки через V см³, сформулируем задачу: «Определить размеры цилиндра с объемом V см³ так, чтобы площадь его полной поверхности была наименьшей».

Для решения задачи обозначим радиус основания цилиндра через x , а высоту его через h (все измерения в сантиметрах). Тогда объем цилиндра

$$V = \pi x^2 h \Rightarrow h = \frac{V}{\pi x^2}.$$

Полная поверхность цилиндра:

$$S = 2\pi x^2 h + 2\pi x h = 2\pi x^2 h + 2\pi x \frac{V}{\pi x^2} = 2\pi x^2 + \frac{2V}{x} = \frac{2\pi x^3 + 2V}{x}.$$

Итак, $S(x) = \frac{2\pi x^3 + 2V}{x}.$

```

1 function y=f(x, V)
2 tmp=sum(x.^1)
3 y=2.0*3.14*(tmp^2)+2.0*V/(tmp)
4 endfunction
5

```

Рисунок 1 – код функции в программе SciLab

Так как переменная x может принимать только положительные значения, решение задачи сводится к нахождению наименьшего значения $S(x)$ на $(0; \infty)$.

После укажем основные параметры для генетического алгоритма, а это PopSize – количество особей популяции, Proba_cross – вероятность скрещивания особей, Proba_mut – вероятность мутации особей, NbGen – количество итераций (поколений), NbCouples – количество пар, которые будут выбраны для скрещивания и мутации. Далее к этим параметрам присвоим значения, представленные на рисунке 2.

```

8 PopSize = 100;
9 Proba_cross = 0.7;
10 Proba_mut = 0.1;
11 NbGen = 10;
12 Log = %T;

```

Рисунок 2 – код основных параметров генетического алгоритма в программе SciLab

Теперь нам необходимо указать дополнительные параметры для генетического алгоритма, чтобы результат решения данной задачи был оптимальным. Для этого нам надо учитывать условие задачи, что x должен генерироваться в границах от 0.1 до 10, поэтому мы используем параметр «minbound» - для установки минимального значения x и «maxbound» - для установки максимального значения x . Опираясь на ограничение x , то в параметре «minbound» поставим значение 0.1, а в «maxbound» значение d , которое допустим равно 10.

```

ga_params = init_param();
ga_params = add_param(ga_params,"dimension",3);
ga_params = add_param(ga_params,"minbound",[0.1; 0.1]);
ga_params = add_param(ga_params,"maxbound",[10; 10]);

```

Рисунок 3 – код дополнительных параметров генетического алгоритма в программе SciLab

Дальше осталось написать код вызова генетического алгоритма, который будет обрабатывать функцию данной задачи $S(x) = \frac{2\pi x^3 + 2V}{x}$ и $V=7.5$.

```
s=list(f,7.5)
```

Рисунок 4 – код входных параметров для функции в программе SciLab

Далее напишем саму интегрированную функцию генетического алгоритма в SciLab – optim_ga

```

[pop_opt, fobj_pop_opt] = ..
optim_ga(s, PopSize, NbGen, Proba mut, Proba cross, Log, ga_params);

```

Рисунок 4 – код функции optim_ga с параметрами в программе SciLab

Функция optim_ga исполняет генетический алгоритм с указанными параметрами и выводит оптимальный результат минимума и максимума функции, которая была указана в первом параметре optim_ga.

После осталось скомпилировать полный код и исполнить его в программе SciLab, чтобы увидеть полностью результат выполнения генетического алгоритма, используемый в решении данной задачи.

Результаты работы генетического алгоритма представлены на рис. 5, можно сделать вывод, что после восьмой итерации минимальное значение больше не изменялось, следовательно, минимум функции $S(x) = \frac{2\pi x^3 + 2V}{x}$ равен приблизительно 21.2 (рис.5).

```

-->exec('C:\Users\User\Downloads\ga3.sci', -1)
optim_ga: iteration 1 / 10
      min / max value found = 21.260891 / 500.681299
optim_ga: iteration 2 / 10
      min / max value found = 21.260891 / 225.084673
optim_ga: iteration 3 / 10
      min / max value found = 21.260891 / 90.305522
optim_ga: iteration 4 / 10
      min / max value found = 21.209787 / 41.734475
optim_ga: iteration 5 / 10
      min / max value found = 21.207463 / 29.786428
optim_ga: iteration 6 / 10
      min / max value found = 21.207463 / 23.826619
optim_ga: iteration 7 / 10
      min / max value found = 21.207178 / 21.359600
optim_ga: iteration 8 / 10
      min / max value found = 21.207134 / 21.220479
optim_ga: iteration 9 / 10
      min / max value found = 21.207134 / 21.207925
optim_ga: iteration 10 / 10
      min / max value found = 21.207134 / 21.207266

```

Рисунок 5 – Результат генетического алгоритма в программе SciLab

Найдем чему равен x .

```

-->deff('y=f1(x)', 'y1=2.0*3.14*(x^2), y2=2.0*7.5/x, y=21.207134-y1-y2')
-->fsolve(0.1, f1)
ans =
    1.0608864

```

Рисунок 6 – Нахождение x через командное окно

Видим, что $x=1.0608864$.

Представим решение задачи вручную без генетического алгоритма.

Найдем производную $S'(x)$:

$$S'(x) = 4\pi x - \frac{2V}{x^2}$$

Для нахождения критических точек решим уравнение $S'(x)=0$.

Таблица 1 – Данные для нахождения минимума функции

X	$(0; \sqrt[3]{\frac{V}{2\pi}})$	$\sqrt[3]{\frac{V}{2\pi}}$	$(\sqrt[3]{\frac{V}{2\pi}}; \infty)$
S'	-	0	+
S	\searrow	min	\nearrow

Корень уравнения: $x = \sqrt[3]{\frac{V}{2\pi}} = 1,060964$. При $x < \sqrt[3]{\frac{V}{2\pi}}$, $S'(x) < 0$, а при $x > \sqrt[3]{\frac{V}{2\pi}}$, $S'(x) > 0$. Следовательно, в точке $x = \sqrt[3]{\frac{V}{2\pi}}$, $S(x)$ имеет минимум.
Проиллюстрируем функцию в MS Excel (Рис.7).

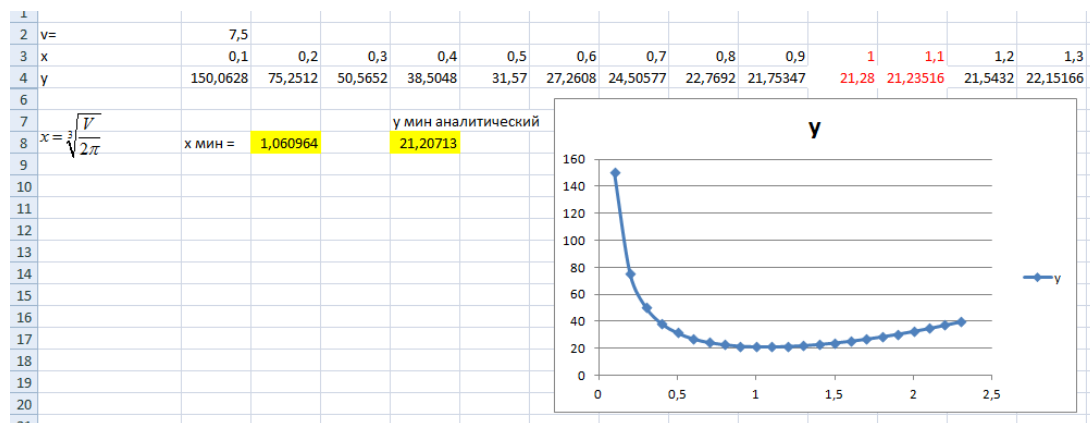


Рисунок 7 – Результат аналитического метода в программе Excel

Таким образом, площадь полной поверхности цилиндра, имеющего объем V , будет наименьшей при $h = 2x = 2\sqrt[3]{\frac{V}{2\pi}} = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi}}$, т.е. когда цилиндр равносторонний.

Наименьший расход жести на изготовление консервных банок цилиндрической формы заданной емкости будет достигнут при условии, что диаметр основания и высота банки равны между собой.

Как видим, ответы практически идентичны:

генетический алгоритм: $S = 21.207134$, $x = 1.0608864$

аналитический метод: $S = 21,20713389$, $x = 1,060963736$

Таким образом, в статье было рассмотрено решение задачи, в которой требовалось найти, при каких условиях расход жести на изготовление консервных банок цилиндрической формы заданной емкости будет наименьшим с помощью аналитического метода и генетического алгоритма в программной среде SciLab.

Библиографический список

1. Ефимов С.Н. Автоматизация выбора операторов в генетическом алгоритме // В сборнике: Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации материалы IX-ой Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Горохов А.А., 2012. С. 58-63.
2. Давиденко В.Н. Применение операции мутации в генетических алгоритмах канальной трассировки // Известия ЮФУ. Технические науки.

1997. № 2 (5). С. 117-118.
3. Слепцов Н.В. Проблема выбора способа представления в генетических алгоритмах // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2006. Т. 1. С. 178-179.
 4. Владимиров М.А. Критерии полноты тестового покрытия в генетических алгоритмах генерации тестов // Труды Института системного программирования РАН. 2006. Т. 9. С. 57-66.
 5. Волкова С.С., Семенкин Е.С. Исследование эффективности адаптивной мутации в генетических алгоритмах // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2012. Т. 1. № 8. С. 291-293.
 6. Степанов К.А. Анализ эффективности методов скрещивания в генетических алгоритмах // В сборнике: Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2016 сборник материалов XVI международной научно-практической конференции. 2016. С. 122.
 7. Карташов Д.А., Герасименко Н.Н., Медетов Н.А., Турьянский А.Г., Цехош В.И. Эффективность генетического алгоритма при анализе данных рентгеновской рефлектометрии // Известия высших учебных заведений. Электроника. 2010. № 3 (83). С. 74-78.
 8. de Oliveira L. L., Freitas A. A., Tinós R. Multi-objective genetic algorithms in the study of the genetic code's adaptability // Information Sciences. 2018. Т. 425, С. 48-61
 9. Dao S. D., Abhary K., Marian R. A bibliometric analysis of Genetic Algorithms throughout the history // Computers & Industrial Engineering. 2017. Т. 110. С. 395-403
 10. Patle V.K., Parhi D.R.K., Jagadeesh A., Kashyap S. K. Matrix-Binary Codes based Genetic Algorithm for path planning of mobile robot // Computers & Electrical Engineering, In press, corrected proof, Available online 11 December 2017.
 11. Скурихин А.Н. Генетические алгоритмы // Новости искусственного интеллекта. 1995. № 4. С. 6-46.
 12. Решение прикладных задач с помощью производной функции. URL: открытыйурок.рф/статьи/598987/ (дата обращения: 10.01.2018)
 13. Кочитов М.Е., Баженов Р.И. Нахождение функции минимума с помощью генетического алгоритма в SciLab // Постулат. 2017. №12. С. 117.